

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-95591

(43) 公開日 平成7年(1995)4月7日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 7/32 7/015			H 0 4 N 7/ 137 7/ 00	Z A

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平5-257656

(22) 出願日 平成5年(1993)9月21日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 近藤 哲二郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 藤森 泰弘

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

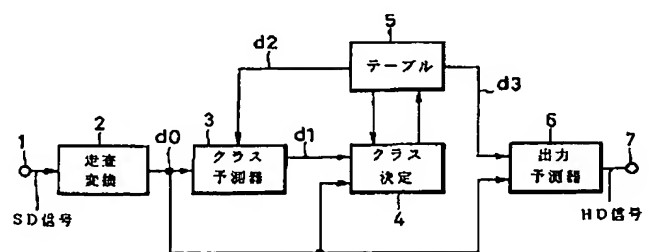
(74) 代理人 弁理士 杉浦 正知

(54) 【発明の名称】 デジタル画像信号処理装置

(57) 【要約】

【目的】 精細度がより高い画像信号へ入力画像信号を変換する等の処理時に、入力画像の局所の特徴を表すクラス分けを行ない、また、参照画素数を多くしても、クラス分けのためのデータが格納されるメモリの容量の増大をなるべく抑える。

【構成】 走査変換回路2によって、注目画素の空間的および時間的に近傍の複数の参照画素データが同時に出力される。クラス予測器3は、テーブル5からのクラス予測係数と参照画素の値との線形1次結合により所定のSD画素に関して予測値を形成する。クラス決定回路4は、全クラスについて計算された予測値と所定のSD画素の真値との誤差の中の最小値を検出する。この最小値と対応するクラスが注目画素のクラスとして決定される。また、テーブル5内には、クラス毎にデータ予測係数が格納されている。このデータ予測係数と複数のSD画素の値との線形1次結合によって、HD画素の値が演算される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 注目画素の値を上記注目画素の空間的および／または時間的に近傍に存在する複数の画素を使用して作成することを必要とするデジタル画像信号処理装置において、

クラス毎に複数のクラス予測係数が予め格納されたテーブルと、

入力デジタル画像信号中に含まれ、上記注目画素に対して空間的および／または時間的に近傍の複数の参照画素と上記テーブルからのクラス予測係数の1次結合により、上記入力デジタル画像信号の所定画素データの予測値を形成し、上記所定画素の真値と最も近い上記予測値を生じさせる上記クラス予測係数を識別することによって、上記注目画素のクラスを決定するためのクラス分類手段と、

上記決定されたクラス毎に上記注目画素の値を作成するためのデータ予測用の値を発生するための手段とからなるデジタル画像信号処理装置。

【請求項2】 注目画素の値を上記注目画素の空間的および／または時間的に近傍に存在する複数の画素を使用して作成することを必要とするデジタル画像信号処理装置において、クラス毎に複数のクラス予測係数を決定するための学習装置であって、

入力デジタル画像信号中に含まれ、上記注目画素に対して空間的および／または時間的に近傍の複数の参照画素とクラス予測係数の1次結合により、上記入力デジタル画像信号の所定画素データの予測値を形成した時に、上記予測値と上記所定画素の真値との誤差を最小とするように、上記クラス予測係数を最小二乗法により決定するようにした学習装置。

【請求項3】 解像度が低い第1の画像信号を解像度がより高い第2の画像信号へ変換するためのデジタル画像信号処理装置において、

クラス毎に複数のクラス予測係数が予め格納されたテーブルと、

上記第2の画像信号中の上記注目画素に対して、空間的および／または時間的に近傍の複数の上記第1の画像信号中の参照画素と上記テーブルからのクラス予測係数の1次結合により、上記第1の画像信号の所定画素データの予測値を形成し、上記所定画素の真値と最も近い上記予測値を生じさせる上記クラス予測係数を識別することによって、上記注目画素のクラスを決定するためのクラス分類手段と、

上記決定されたクラス毎に上記注目画素の値を作成するためのデータ予測用の値を発生するための手段と上記クラス分類手段によるクラス決定にตอบสนองして、決定されたクラスのデータ測データを使用して上記注目画素の値を作成するための手段とからなるデジタル画像信号処理装置。

【請求項4】 請求項1、請求項2または請求項3に記

載のデジタル画像信号処理装置において、

上記データ予測用の値を発生するための手段は、第1の画像信号中に含まれ、上記注目画素の空間的および／または時間的に近傍の複数の画素の値と複数の係数の線形1次結合によって、上記注目画素の値を作成した時に、作成された値と上記注目画素の真値との誤差を最小とするような、係数を上記クラス毎に発生することを特徴とするデジタル画像信号処理装置。

【請求項5】 請求項1、請求項2または請求項3に記載のデジタル画像信号処理装置において、

上記データ予測用の値を発生するための手段は、予め学習により獲得された、上記注目画素の代表値を上記クラス毎に発生することを特徴とするデジタル画像信号処理装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 この発明は、空間的および／または時間的に近傍に存在する複数の画素を使用して注目画素の値を作成することを必要とするデジタル画像信号処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 デジタル画像信号の高エネルギー符号化の一つとして、画素をサブサンプリングによって間引くことによって、伝送データ量を減少させるものがある。その一例は、MUSE方式における多重サブナイキストサンプリングエンコーディング方式である。このシステムでは、受信側で間引かれ、非伝送の画素を補間する必要がある。また、入力される標準精細度のビデオ信号を高精細度のビデオへ変換するアップコンバージョンも提案されている。この場合には、不足している画素を標準精細度の信号から作成する必要がある。さらに、画像を電子的に拡大する時には、不足する画素の値の補間を必要とする。これらのものに限らず、シーンチェンジ検出、DPCM等では、周辺の画素の値から注目画素の推定値を作成する必要がある。

【0003】 上述のように、注目画素の値を作成する時には、従来では、固定タップ、固定係数の補間フィルタを使用するのが普通であった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 補間フィルタにより非伝送画素を補間する処理は、ある種の画像に対して有効であっても、動きのある画像や静止画像等の多種多様な種類の画像に関して、全体的に補間処理が効果的に発揮されるとはと限らない。その結果として、伝送画素および補間画素で構成される復元画像中に、「ぼけ」、動きの不自然さである「ジャーキネス」等が発生する問題があった。

【0005】 この問題を解決する一つの方法として、注目画素の値をその周辺の画素と係数の線形1次結合で表し、誤差の二乗が最小となるように、注目画素の実際の

値を使用して最小二乗法によりこの係数の値を決定するものが提案されている。この方法は、有効なものであるが、注目画素を含む画像の局所的特徴を十分に反映した補間値を形成できるとは言えない。

【0006】画像の局所的特徴を反映するために、注目画素の周辺のレベル分布に基づくクラス分類を行うことが提案されている。このクラスの生成方法としては、画素データのレベルをそのまま使用するものが考えられる。この方法は、画素データが8ビットで表現されている時には、4画素をクラス分類に使用する場合で、 $(2^8)^4 = 2^{32}$ のクラスが必要となり、クラス分類のためのデータを格納するメモリの容量が大きくなりすぎる問題がある。

【0007】さらに、本願出願人の提案による特開昭63-48088号公報には、間引き画素を補間する時に、周辺の参照画素の平均値を計算し、平均値と各画素の値との大小関係に応じて、各画素を1ビットで表現し、(参照画素数×1ビット)のパターンに応じたクラス分けを行うことが提案されている。しかしながら、この方法は、各画素の値を2値化するものであるため、画像の局所的特徴を正確に反映することが不充分となる。クラス分類のために参照画素のデータを圧縮する場合には、圧縮率を高くした時には、同様の問題がある。

【0008】従って、この発明の一つの目的は、クラス分類を行なうことによって、注目画素の持つ実際の値との誤差が少ない値を作成することが可能であり、また、参照画素数が多い時でも、クラス分類のためのデータを記憶するメモリの容量が比較的小さく、さらに、クラス分類を正確に行うことができるデジタル画像信号処理装置を提供することにある。

【0009】この発明の他の目的は、解像度の低い画像信号を解像度が高い画像信号へ変換(アップコンバージョン)することができるデジタル画像信号処理装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、注目画素の値を注目画素の空間的および／または時間的に近傍に存在する複数の画素を使用して作成することを必要とするデジタル画像信号処理装置において、クラス毎に複数のクラス予測係数が予め格納されたテーブルと、入力デジタル画像信号中に含まれ、注目画素に対して空間的および／または時間的に近傍の複数の参照画素とテーブルからのクラス予測係数の1次結合により、入力デジタル画像信号の所定画素データの予測値を形成し、所定画素の真値と最も近い予測値を生じさせるクラス予測係数を識別することによって、注目画素のクラスを決定するためのクラス分類手段と、決定されたクラス毎に注目画素の値を作成するためのデータ予測用の値を発生するための手段とからなるデジタル画像信号処理装置である。

【0011】請求項2に記載の発明は、注目画素の値を注目画素の空間的および／または時間的に近傍に存在する複数の画素を使用して作成することを必要とするデジタル画像信号処理装置において、クラス毎に複数のクラス予測係数を決定するための学習装置であって、入力デジタル画像信号中に含まれ、注目画素に対して空間的および／または時間的に近傍の複数の参照画素とクラス予測係数の1次結合により、入力デジタル画像信号の所定画素データの予測値を形成した時に、予測値と所定画素の真値との誤差を最小とるように、クラス予測係数を最小二乗法により決定するようにした学習装置である。

【0012】請求項3に記載の発明は、解像度が低い第1の画像信号を解像度がより高い第2の画像信号へ変換するためのデジタル画像信号処理装置において、クラス毎に複数のクラス予測係数が予め格納されたテーブルと、第2の画像信号中の注目画素に対して、空間的および／または時間的に近傍の複数の第1の画像信号中の参照画素とテーブルからのクラス予測係数の1次結合により、第1の画像信号の所定画素データの予測値を形成し、所定画素の真値と最も近い予測値を生じさせるクラス予測係数を識別することによって、注目画素のクラスを決定するためのクラス分類手段と、決定されたクラス毎に注目画素の値を作成するためのデータ予測用の値を発生するための手段とクラス分類手段によるクラス決定にตอบสนองして、決定されたクラスのデータ測データを使用して注目画素の値を作成するための手段とからなるデジタル画像信号処理装置である。

【0013】

【作用】注目画素の空間的および／または時間的に近傍の複数の画素を参照して、局所的画像の特徴に従ってクラス分けを行うことができる。入力画像信号自身とクラス分けのための予測係数との線形1次結合によって予測値を形成した時に、真値との誤差が最小の予測値を生じさせる予測係数と対応してクラスが決定される。正確なクラス分けを意図して、参照画素数を多くしても、クラス分類用のデータを記憶するメモリの容量がそれ程大きくならない。

【0014】

【実施例】以下、ビデオ信号の精細度を標準のものからより高いものへ変換するアップコンバージョンに対してこの発明を適用した例について説明する。この発明は、この応用以外にも、サブサンプリング等の処理で間引かれた画素を補間するための処理、電子的に画像を拡大する処理、ビデオ信号中のシーンチェンジを検出する処理、DPCMにおける予測値を形成する処理等の応用が可能である。

【0015】図1において、1は、標準精細度(例えば現行のNTSC方式)のデジタル画像信号(SD信号と称する)の入力端子である。具体的には、放送などに

よる伝送、VTR等からの再生信号が入力端子1に供給される。2は、入力信号をブロック構造の信号に変換するための走査変換回路である。

【0016】走査変換回路2の出力信号d0がクラス予測器3、クラス決定回路4および出力予測器6に供給される。クラス予測器3においては、予測係数が格納されているテーブル5からの暫定的あるいは初期的なクラス予測係数d2と信号d0とを演算し、SD信号の予測値d1を生成する。この予測値d1がクラス決定回路4に供給される。

【0017】クラス決定回路4においては、予測値d1とSD信号の真値d0との比較からクラスを決定する。一例として、真値d0との絶対予測誤差が最小の予測値d1を生じさせるクラス予測係数と対応するものがそのSD信号のクラスとして決定される。このクラスの決定

$$sd' = k_1 \times sd_1 + \dots + k_7 \times sd_7 + k_9 \times sd_9 + \dots + k_{17} \times sd_{17} \quad (1)$$

【0019】上述の予測式は、一つのクラスに関するものであって、0～n-1のn個のクラスについて予め決定されたクラス予測係数がテーブル5に格納されている。図2の例は、1次元の画素の配列であるが、2次元の画素配列を用いて予測を行っても良い。参照画素数は、16に限られないのは勿論であるが、この発明は、参照画素数が多くても、クラス予測係数のデータ量が極端に増加しない利点がある。

【0020】出力予測器6においてなされるHD画素のデータ予測は、予測するHD画素の位置の近傍の3個のSD画素を使用してなされる。図2の例では、データ予測係数を w_1 、 w_2 、 w_3 とすると、下記の演算によって、HD画素の値hd'が生成される。

$$hd' = w_1 \times sd_7 + w_2 \times sd_8 + w_3 \times sd_9 \quad (2)$$

【0021】上述の予測式は、一つのクラスに関するものであって、0～n-1のn個のクラスについて予め決定されたデータ予測係数がテーブル5に格納されている。つまり、テーブル5は、図3に示すように、0～n-1の各クラスのクラス予測係数とデータ予測係数とが格納されたものである。クラス決定回路4においては、最初にクラス0のクラス予測係数を使用して式(1)によって予測値sd'を形成し、これと真値との誤差の絶対値を求める。以下、それ以外のクラスについても、同様に予測値の誤差の絶対値を求め、これが最小のものをそのSD画素のクラスとして決定する。

【0022】上述のテーブル5内のクラス予測係数は、予め学習により決定される。図4は、学習時の処理を示すフローチャートである。一例として、標準的な絵柄の画像を使用する。ステップ11から学習処理の制御が開始され、ステップ12の学習データ形成では、既知の画像に対応した学習データが形成される。具体的には、上述したように、図2に示すように配列された17個の画素の配列が一群の学習データとされる。

【0023】ステップ13のデータ終了では、入力され

の際にテーブル5が参照され、複数(n)のクラスの予測係数が順次テーブル5からクラス決定回路4に供給される。出力予測器6は、決定されたクラスのデータ予測係数d3とSD信号d0との演算によりHD信号を生成する。このHD信号が出力端子7に取り出される。テーブル5には、予め学習により獲得されたクラス予測係数およびデータ予測係数が格納されている。

【0018】図2を参照してクラス決定およびデータ予測の一例について説明する。図2では、SD予測タップ領域に含まれる17個のSD画素(それぞれの値を $sd_1 \sim sd_{17}$ と表す)の内、予測の対象である中央の画素(その値が sd_8)以外の16個の参照画素の値を使用して、SD画素の予測値sd'を形成する。すなわち、予測値sd'は、クラス予測係数を $k_1 \sim k_{17}$ (但し、 k_8 を除く)と表すと、下記の演算によって生成される。

た全データ例えば1フレームのデータの処理が終了していれば、ステップ15の予測係数決定へ、終了していなければ、ステップ14の正規方程式生成へ制御が移る。ステップ14の正規方程式生成では、後述する式

(8)、式(9)および式(10)の正規方程式が作成される。

【0024】全データの処理が終了後、ステップ13のデータ終了から制御がステップ15に移り、ステップ15の予測係数決定では、後述する式(10)を行列解法を用いて解いて、予測係数 $k_1 \sim k_{16}$ を決定する。次のステップ16において、決定された係数 $k_1 \sim k_{17}$ とSD画素の値 $sd_1 \sim sd_{17}$ との線形1次結合(上述の式

(1))によって、予測値sd'が計算され、この予測sd'と真値 sd_8 との間の誤差の絶対値が計算される。誤差の演算は、係数を決定するのに使用したSD画素と、それ以外の全てのSD画素について行われる。係数を決定するのに使用したSD画素について、誤差はきわめて少ない。

【0025】次のステップ17では、計算された誤差の絶対値としきい値Thとが比較される。誤差の絶対値がしきい値Th未満であるならば、クラス予測係数がクラスiの係数としてメモリに格納される(ステップ18)。そして、 $i = n$ かどうかステップ19で決定され、若しそうであるならば、学習処理が終了し、若しそうでない時には、iがインクリメントされる(ステップ20)。そして、ステップ12に戻り、上述の処理が繰り返される。

【0026】但し、ステップ17において、誤差がしきい値Th以上となるSD画素のデータが判別され、データ選択のステップ21において、学習データとして使用されるものがしきい値Th以上の誤差を生じさせたものに限定される。このように、クラス0からn-1のそれぞれのクラス予測係数が決定される。

【0027】図4中のステップ14(正規方程式生成)

およびステップ15（予測係数決定）の処理をより詳細に説明する。注目SD画素の真値sd8を y と表し、その推定値 sd' を y' と表し、その周囲の n 個（図3では、

$$y' = k_1 x_1 + k_2 x_2 + \cdots + k_n x_n \quad (3)$$

を設定する。学習前は k_1 が未定係数である。

【0028】上述のように、学習はクラス毎になされ、

$$y_j' = k_1 x_{j1} + k_2 x_{j2} + \cdots + k_n x_{jn} \quad (4)$$

（但し、 $j = 1, 2, \cdots, m$ ）

【0029】 $m > n$ の場合、 $k_1 \sim k_n$ は一意には決ま

$$e_j = y_j - (k_1 x_{j1} + k_2 x_{j2} + \cdots + k_n x_{jn}) \quad (5)$$

（但し、 $j = 1, 2, \cdots, m$ ）と定義して、次の式

（6）を最小にする係数を求める。

【0030】

【数1】

$$E^2 = \sum_{j=0}^m \{e_j\}^2 \quad (6)$$

$$\frac{\partial E^2}{\partial k_i} = \sum_{j=0}^m 2 \left(\frac{\partial e_j}{\partial k_i} \right) e_j = \sum_{j=0}^m 2 x_{ji} \cdot e_j \quad (7)$$

【0033】式（11）を0にするように各 k_i を決めればよいから、

【0034】

【数3】

$$X_{ji} = \sum_{p=0}^m x_{pi} \cdot x_{pj} \quad (8)$$

$$Y_i = \sum_{j=0}^m x_{ji} \cdot y_j \quad (9)$$

$$\begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} k_1 \\ k_2 \\ \vdots \\ k_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix} \quad (10)$$

【0037】となる。この方程式は一般に正規方程式と呼ばれている。この方程式を掃き出し法等の一般的な行列解法を用いて、 k_i について解けば、予測係数 k_i が求まる。

【0038】上述の予測クラスを決定するための方法は、一例であって種々の変形が可能である。

【0039】データ予測係数 w_i は、HD信号とこれから得られたSD信号とを用いて、予め学習によって決定されている。図5は、データ予測のためのフローチャートである。ステップ31から学習処理の制御が開始され、ステップ32の学習データ形成では、既知の画像に対応した学習データが形成される。具体的には、上述したように、図2の配列のように、3個のSD画素と一つのHD画素とが一組の学習データである。ステップ33

$n = 16$ ）画素の値を $x_1 \sim x_n$ としたとき、クラス毎に係数 $k_1 \sim k_n$ による n タップの線形1次結合

データ数が m の場合、式（3）に従って、

らないので、誤差ベクトル E の要素を

【0031】いわゆる最小自乗法による解法である。ここで式4の k_i による偏微分係数を求める。

【0032】

【数2】

【0035】として、行列を用いると

【0036】

【数4】

のデータ終了では、入力された全データ例えば1フレームのデータの処理が終了していれば、ステップ36の予測係数決定へ、終了していなければ、ステップ34のクラス決定へ制御が移る。

【0040】ステップ34のクラス決定は、上述のクラス決定回路4と同様の処理である。つまり、学習により上述のように決定されたクラス予測係数とSD信号の画素データとの線形1次結合によって予測値を形成し、これと真値との誤差が最小の予測値を生じさせるクラス予測係数の属するクラスを弁別する。次のステップ35の正規方程式生成では、正規方程式が作成される。

【0041】ステップ33のデータ終了から全データの処理が終了後、制御がステップ36に移り、ステップ36の予測係数決定では、行列解法を用いて解いて、デー

タ予測係数 w を決める。ステップ37の予測係数ストアで、データ予測係数をメモリにストアし、ステップ38で学習処理の制御が終了する。なお、ステップ35の正規方程式生成およびステップ36の予測係数決定は、上述のクラス予測係数に同様に最小二乗法に基づくものである。

【0042】HD画素を生成するために、データ予測係数を使用しないで、予め学習により形成された代表値を使用することができる。図6は、学習時のハードウェアの一例を示す。41で示す入力端子から学習用のデジタルHD信号が供給される。この入力信号としては、異なる絵柄の静止画像信号を使用できる。HD信号が水平間引き回路42および垂直間引き回路43を介されることによって、SD信号が形成される。

【0043】生成されたSD信号がクラス分類回路44に供給される。クラス分類回路44は、図1の構成と同様に、走査変換回路、クラス予測器、クラス予測係数が格納されたテーブル、クラス決定回路からなる。クラス分類回路44の出力に発生するクラスコードが度数メモリ45およびデータメモリ46に対してアドレスとして供給される。これらのメモリ45、46は、学習開始前では、クリアされている。

【0044】また、入力HD信号が遅延回路47、加算回路48を介して割算器49に被除数として供給され、割算器49の出力信号（割算の商）がデータメモリ46の入力データとされる。遅延回路47は、クラス分類に必要な時間、データを遅延させるためのものである。

【0045】度数メモリ45の読出し出力が乗算器50および+1回路51に供給される。+1回路51の出力が度数メモリ45のデータ入力とされ、また、割算器49に除数として供給される。度数メモリ45およびデータメモリ46は、クラスコードでアドレスが指定されると、そのアドレスの内容が読出され、また、そのアドレスに対して度数およびデータがそれぞれ書込まれる。+1回路51によって、度数メモリ45の各アドレスには、累積度数が記憶される。

【0046】図6の構成において、あるクラスコードが発生すると、そのクラスの累積度数と代表値とが度数メモリ45およびデータメモリ46からそれぞれ読出され、乗算器50で乗算される。従って、乗算器50からは、累積代表値が発生する。この累積代表値と遅延回路47からの現在の代表値とが加算回路48で加算される。加算結果が割算器49に供給され、現在の代表値を考慮した代表値が形成され、これがデータメモリ46に

書込まれる。

【0047】この処理を入力される学習データに関して繰り返すことにより、代表値の精度を高めることができる。データメモリ46に格納された各クラスの代表値がアップコンバージョンのために使用される。図7は、代表値を使用する時のテーブルの内容を示す。クラス0～ $n-1$ のそれぞれには、上述したクラス係数と図6の構成で決定された代表値 $L_0 \sim L_{n-1}$ とが格納されている。

【0048】代表値を決定する処理は、図6のその一例を示すハードウェア構成に限らず、ソフトウェア処理によっても実現することができる。

【0049】

【発明の効果】この発明は、クラス分類によって、SD信号の局所的特徴を抽出し、それに応じて規定されるHD信号を出力するので、解像度を増大させるアップコンバージョンを良好に行うことができる。この発明では、複数の参照画素および予測係数の線形1次結合によって予測値を生成し、この予測値と真値との誤差が最小のものを検出することによって、クラス分類を行っている。従って、参照画素数と等しい予測係数を記憶するので、参照画素数を多くしても、クラス分類用テーブルを格納するメモリの容量がそれ程増大しない利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明をアップコンバージョンを行うための装置に対して適用した一実施例のブロック図である。

【図2】この発明におけるクラス分類とデータ予測のための画素の配列を示す略線図である。

【図3】クラス予測係数およびデータ予測係数が格納されるテーブルの構成を示す略線図である。

【図4】クラス予測係数を決定するための学習をソフトウェア処理で行う時のフローチャートである。

【図5】データ予測係数を決定するための学習をソフトウェア処理で行う時のフローチャートである。

【図6】データ予測用の代表値を決定するするための学習時の構成の一例のブロック図である。

【図7】クラス予測係数および代表値が格納されるテーブルの構成を示す略線図である。

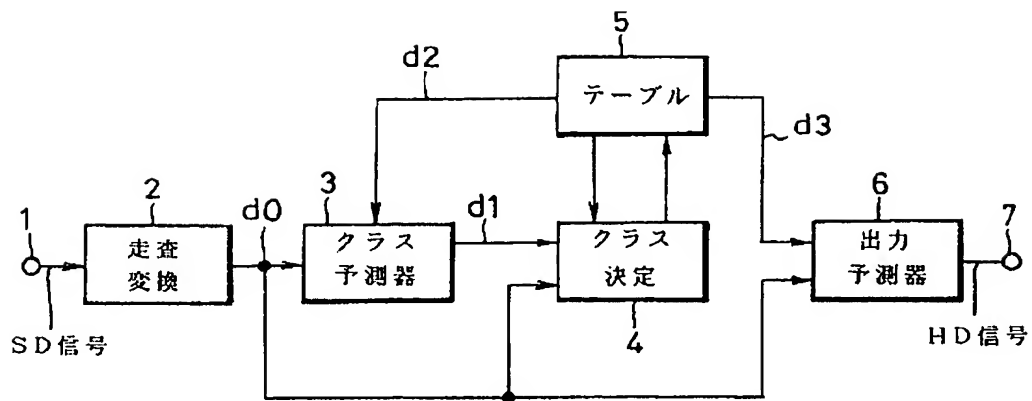
【符号の説明】

3 クラス予測器

4 クラス決定回路

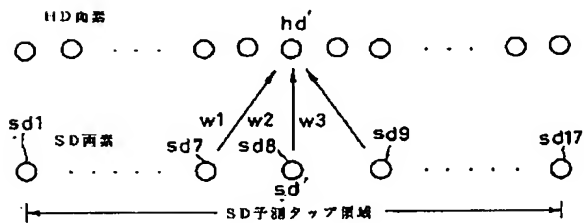
5 クラス予測係数およびデータ予測係数が格納されたテーブル

【図1】



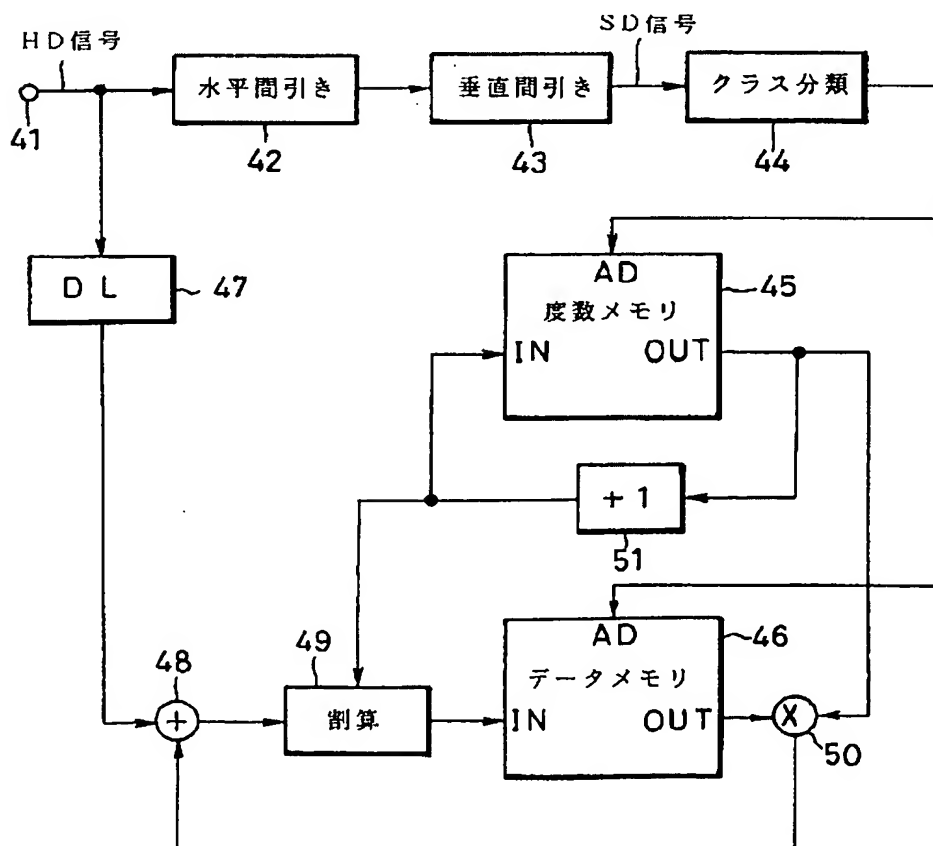
【図2】

【図3】

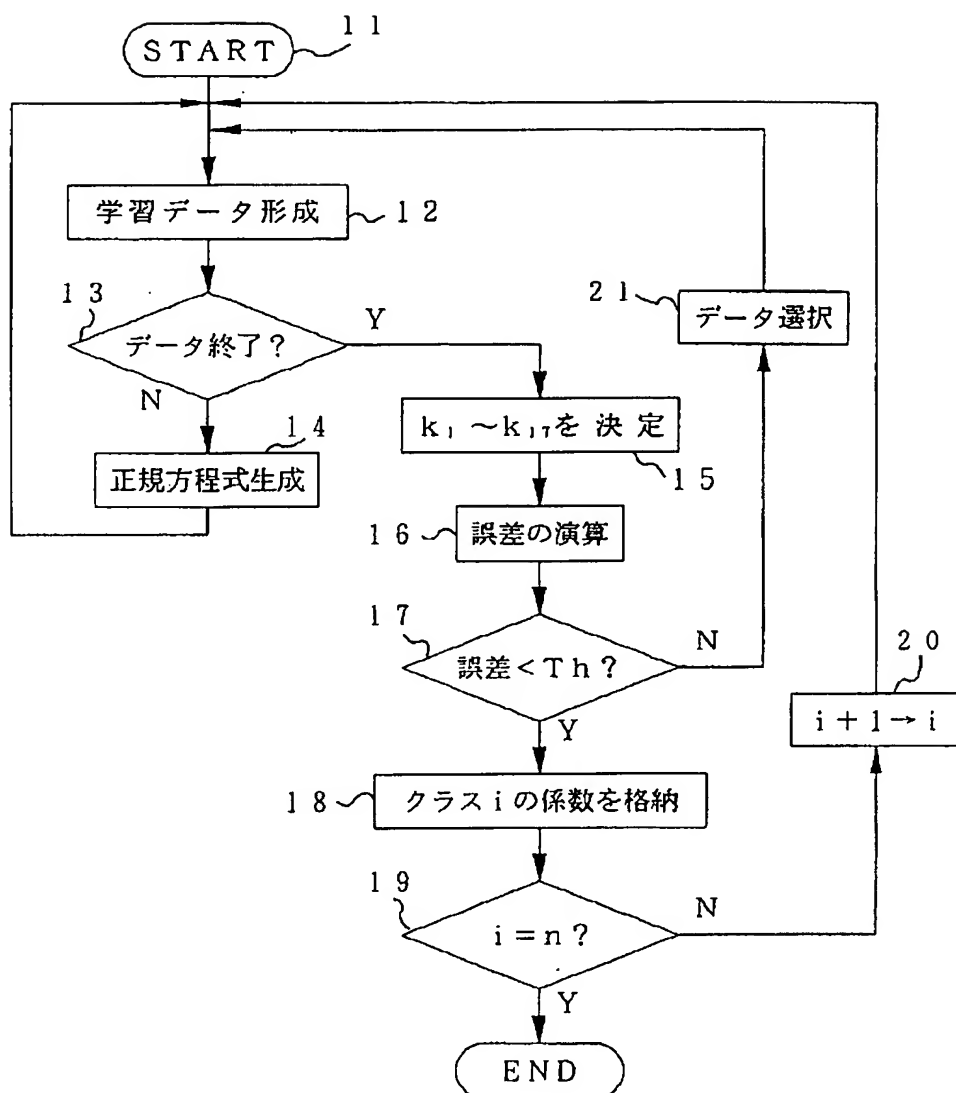


クラス	クラス予測係数					データ予測係数		
0	k1,0	k2,0	-----	k17,0		w1,0	w2,0	w3,0
1	k1,1	k2,1	-----	k17,1		w1,1	w2,1	w3,1
⋮								
n-1	k1,n-1	k2,n-1	-----	k17,n-1		w1,n-1	w2,n-1	w3,n-1

【図6】



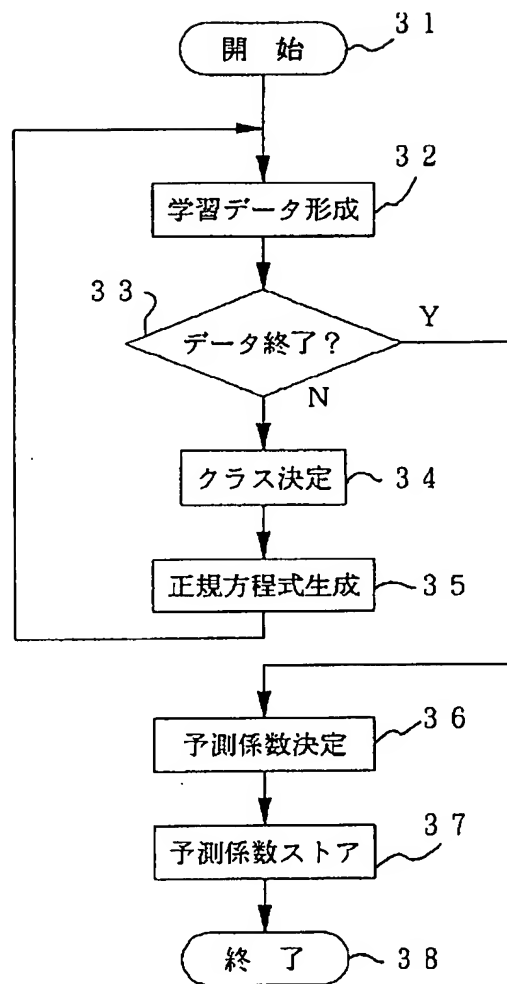
【図 4】



【図 7】

クラス	クラス予測係数					代表値
0	k1,0	k2,0	-	-	- k17,0	L0
1	k1,1	k2,1	-	-	- k17,1	L1
⋮						⋮
⋮						⋮
⋮						⋮
n-1	k1,n-1	k2,n-1	-	-	- k17,n-1	Ln-1

【図5】



【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 3 区分

【発行日】平成 13 年 8 月 17 日 (2001. 8. 17)

【公開番号】特開平 7-95591

【公開日】平成 7 年 4 月 7 日 (1995. 4. 7)

【年通号数】公開特許公報 7-956

【出願番号】特願平 5-257656

【国際特許分類第 7 版】

H04N 7/32
7/015

【F I】

H04N 7/137 Z
7/00 A

【手続補正書】

【提出日】平成 12 年 9 月 18 日 (2000. 9. 18)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の名称】 デジタル画像信号処理装置および処理方法

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 注目画素の値を上記注目画素の空間的および／または時間的に近傍に存在する複数の画素を使用して作成することを必要とするデジタル画像信号処理装置において、
クラス毎に複数のクラス予測係数が予め格納されたテーブルと、
入力デジタル画像信号中に含まれ、上記注目画素に対して空間的および／または時間的に近傍の複数の参照画素と上記テーブルからのクラス予測係数の演算により、上記入力デジタル画像信号の所定画素データの予測値を形成し、上記所定画素の真値と最も近い上記予測値を生じさせる上記クラス予測係数を識別することによって、上記注目画素のクラスを決定するためのクラス分類手段と、
上記決定されたクラス毎に上記注目画素の値を作成するためのデータ予測用の値を発生するための手段とからなるデジタル画像信号処理装置。
【請求項 2】 注目画素の値を上記注目画素の空間的および／または時間的に近傍に存在する複数の画素を使用

して作成することを必要とするデジタル画像信号処理装置において、クラス毎に複数のクラス予測係数を決定するためのデジタル画像信号処理装置であって、
入力デジタル画像信号中に含まれ、上記注目画素に対して空間的および／または時間的に近傍の複数の参照画素とクラス予測係数の演算により、上記入力デジタル画像信号の所定画素データの予測値を形成した時に、上記予測値と上記所定画素の真値との誤差を最小とするように、上記クラス予測係数を最小二乗法により決定するようにしたデジタル画像信号処理装置。

【請求項 3】 解像度が低い第 1 の画像信号を解像度がより高い第 2 の画像信号へ変換するためのデジタル画像信号処理装置において、
クラス毎に複数のクラス予測係数が予め格納されたテーブルと、

上記第 2 の画像信号中の上記注目画素に対して、空間的および／または時間的に近傍の複数の上記第 1 の画像信号中の参照画素と上記テーブルからのクラス予測係数の演算により、上記第 1 の画像信号の所定画素データの予測値を形成し、上記所定画素の真値と最も近い上記予測値を生じさせる上記クラス予測係数を識別することによって、上記注目画素のクラスを決定するためのクラス分類手段と、

上記決定されたクラス毎に上記注目画素の値を作成するためのデータ予測用の値を発生するための手段と上記クラス分類手段によるクラス決定にตอบสนองして、決定されたクラスのデータ予測用の値を使用して上記注目画素の値を作成するための手段とからなるデジタル画像信号処理装置。

【請求項 4】 請求項 1、請求項 2 または請求項 3 に記載のデジタル画像信号処理装置において、
上記データ予測用の値を発生するための手段は、第 1 の画像信号中に含まれ、上記注目画素の空間的および／または時間的に近傍の複数の画素の値と複数の係数の演算

によって、上記注目画素の値を作成した時に、作成された値と上記注目画素の真値との誤差を最小とするような、係数を上記クラス毎に発生することを特徴とするデジタル画像信号処理装置。

【請求項 5】 請求項 1、請求項 2 または請求項 3 に記載のデジタル画像信号処理装置において、上記データ予測用の値を発生するための手段は、予め学習により獲得された、上記注目画素の代表値を上記クラス毎に発生することを特徴とするデジタル画像信号処理装置。

【請求項 6】 注目画素の値を上記注目画素の空間的および／または時間的に近傍に存在する複数の画素を使用して作成することを必要とするデジタル画像信号処理方法において、
クラス毎に複数のクラス予測係数が予め格納されたテーブルを使用し、
入力デジタル画像信号中に含まれ、上記注目画素に対して空間的および／または時間的に近傍の複数の参照画素と上記テーブルからのクラス予測係数の演算により、
上記入力デジタル画像信号の所定画素データの予測値を形成し、上記所定画素の真値と最も近い上記予測値を生じさせる上記クラス予測係数を識別することによって、
上記注目画素のクラスを決定するためのクラス分類のステップと、
上記決定されたクラス毎に上記注目画素の値を作成するためのデータ予測用の値を発生するステップとからなるデジタル画像信号処理方法。

【請求項 7】 注目画素の値を上記注目画素の空間的および／または時間的に近傍に存在する複数の画素を使用して作成することを必要とするデジタル画像信号処理方法において、
クラス毎に複数のクラス予測係数を決定するためのデジタル画像信号処理方法であって、
入力デジタル画像信号中に含まれ、上記注目画素に対して空間的および／または時間的に近傍の複数の参照画素とクラス予測係数の演算により、上記入力デジタル画像信号の所定画素データの予測値を形成した時に、
上記予測値と上記所定画素の真値との誤差を最小とするように、上記クラス予測係数を最小二乗法により決定するようにしたデジタル画像信号処理方法。

【請求項 8】 解像度が低い第 1 の画像信号を解像度がより高い第 2 の画像信号へ変換するためのデジタル画像信号処理方法において、
クラス毎に複数のクラス予測係数が予め格納されたテーブルを使用し、
上記第 2 の画像信号中の上記注目画素に対して、空間的および／または時間的に近傍の複数の上記第 1 の画像信号中の参照画素と上記テーブルからのクラス予測係数の演算により、
上記第 1 の画像信号の所定画素データの予測値を形成し、上記所定画素の真値と最も近い上記予測値を生じさせる上記クラス予測係数を識別することによ

って、上記注目画素のクラスを決定するためのクラス分類ステップと、
上記決定されたクラス毎に上記注目画素の値を作成するためのデータ予測用の値を発生するステップと、
上記クラス分類ステップによるクラス決定に応答して、
決定されたクラスのデータ予測用の値を使用して上記注目画素の値を作成するステップとからなるデジタル画像信号処理方法。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正内容】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、空間的および／または時間的に近傍に存在する複数の画素を使用して注目画素の値を作成することを必要とするデジタル画像信号処理装置および処理方法に関する。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】従って、この発明の一つの目的は、クラス分類を行なうことによって、注目画素の持つ実際の値との誤差が少ない値を作成することが可能であり、また、参照画素数が多い時でも、クラス分類のためのデータを記憶するメモリの容量が比較的小さく、さらに、クラス分類を正確に行うことができるデジタル画像信号処理装置および処理方法を提供することにある。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】この発明の他の目的は、解像度の低い画像信号を解像度が高い画像信号へ変換（アップコンバージョン）することができるデジタル画像信号処理装置および処理方法を提供することにある。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載の発明は、注目画素の値を注目画素の空間的および／または時間的に近傍に存在する複数の画素を使用して作成することを必要とするデジタル画像信号処理装置において、クラス毎に複数のクラス予測係数が予め格納されたテー

ブルと、入力デジタル画像信号中に含まれ、注目画素に対して空間的および／または時間的に近傍の複数の参照画素とテーブルからのクラス予測係数の演算により、入力デジタル画像信号の所定画素データの予測値を形成し、所定画素の真値と最も近い予測値を生じさせるクラス予測係数を識別することによって、注目画素のクラスを決定するためのクラス分類手段と、決定されたクラス毎に注目画素の値を作成するためのデータ予測用の値を発生するための手段とからなるデジタル画像信号処理装置である。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】請求項2に記載の発明は、注目画素の値を注目画素の空間的および／または時間的に近傍に存在する複数の画素を使用して作成することを必要とするデジタル画像信号処理装置において、クラス毎に複数のクラス予測係数を決定するための学習装置であって、入力デジタル画像信号中に含まれ、注目画素に対して空間的および／または時間的に近傍の複数の参照画素とクラス予測係数の演算により、入力デジタル画像信号の所定画素データの予測値を形成した時に、予測値と所定画

素の真値との誤差を最小とるように、クラス予測係数を最小二乗法により決定するようにした学習装置である。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】

【0012】請求項3に記載の発明は、解像度が低い第1の画像信号を解像度がより高い第2の画像信号へ変換するためのデジタル画像信号処理装置において、クラス毎に複数のクラス予測係数が予め格納されたテーブルと、第2の画像信号中の注目画素に対して、空間的および／または時間的に近傍の複数の第1の画像信号中の参照画素とテーブルからのクラス予測係数の演算により、第1の画像信号の所定画素データの予測値を形成し、所定画素の真値と最も近い予測値を生じさせるクラス予測係数を識別することによって、注目画素のクラスを決定するためのクラス分類手段と、決定されたクラス毎に注目画素の値を作成するためのデータ予測用の値を発生するための手段とクラス分類手段によるクラス決定にตอบสนองして、決定されたクラスのデータ予測用の値を使用して注目画素の値を作成するための手段とからなるデジタル画像信号処理装置である。

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-095591

(43)Date of publication of application : 07.04.1995

(51)Int.Cl. H04N 7/32
H04N 7/015

(21)Application number : 05-257656 (71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 21.09.1993 (72)Inventor : KONDO TETSUJIRO
FUJIMORI YASUHIRO

(54) DIGITAL PICTURE SIGNAL PROCESSING UNIT

(57)Abstract:

PURPOSE: To suppress the increase in a memory capacity storing data for classification as less as possible even when the number of reference picture elements is increased by classifying an input picture in a way of representing a local characteristic of the input picture in the case of processing such as conversion of an input picture signal into a picture signal with higher definition.

CONSTITUTION: A scanning conversion circuit 2 outputs plural reference picture element data simultaneously in the vicinity of a noted picture element spacially timewise. A class prediction device 3 forms a prediction value with respect to a predetermined SD picture element by linear combination between a class prediction coefficient from a table 5 and a reference picture element. A class decision circuit 4 detects a minimum value in errors between the prediction value calculated for all classes and a real value of predetermined SD picture element. The class.

corresponding to the minimum value is decided as a class of the noted picture element. Furthermore, a data prediction coefficient is stored in the table 5 for each class. The HD picture signal is calculated by linear combination between the data prediction coefficient and the plural SD picture element.

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A digital image signal processor which needs to create a value of a noticed picture element characterized by comprising the following using two or more pixels of the above-mentioned noticed picture element which exist in the neighborhood spatially and/or in time.

A table where two or more class prediction coefficients were beforehand stored for every class.

It is contained in an input digital image signal, and spatially and/or in time to the above-mentioned noticed picture element by primary combination of a class prediction coefficient from two or more nearby reference pixels and above-mentioned tables. A class sorting means for determining a class of the above-mentioned noticed picture element by forming a predicted value of predetermined picture element data of the above-mentioned input digital image signal, and identifying the above-mentioned class prediction coefficient which produces a true value of the above-mentioned predetermined pixel, and the nearest above-mentioned predicted value.

A means for generating a value for data prediction for creating a value of the above-mentioned noticed picture element for every class determined [above-mentioned].

[Claim 2]In a digital image signal processor which needs to create a value of a noticed picture element using two or more pixels of the above-mentioned noticed picture

element which exist in the neighborhood spatially and/or in time, Are a learning device for determining two or more class prediction coefficients for every class, and it is contained in an input digital image signal, and spatially and/or in time to the above-mentioned noticed picture element by primary combination of two or more nearby reference pixels and a class prediction coefficient. A learning device which determined the above-mentioned class prediction coefficient with the least square method so that an error of the above-mentioned predicted value and a true value of the above-mentioned predetermined pixel might be made into the minimum when a predicted value of predetermined picture element data of the above-mentioned input digital image signal was formed.

[Claim 3]A digital image signal processor characterized by comprising the following for changing the 1st picture signal with low resolution into the 2nd higher-resolution picture signal.

A table where two or more class prediction coefficients were beforehand stored for every class.

To the above-mentioned noticed picture element in a picture signal of the above 2nd, spatially and/or in time by primary combination of a class prediction coefficient from a reference pixel and the above-mentioned table in a picture signal of the above 1st of nearby plurality. A class sorting means for determining a class of the above-mentioned noticed picture element by forming a predicted value of predetermined picture element data of the 1st picture signal of the above, and identifying the above-mentioned class prediction coefficient which produces a true value of the above-mentioned predetermined pixel, and the nearest above-mentioned predicted value.

A means for answering class determination by a means and the above-mentioned class sorting means for generating a value for data prediction for creating a value of the above-mentioned noticed picture element for every class determined [above-mentioned], and creating a value of the above-mentioned noticed picture element using data ** data of a determined class.

[Claim 4]In claim 1 and the digital image signal processor according to claim 2 or 3, a means for generating a value for the above-mentioned data prediction, It is contained in the 1st picture signal and the above-mentioned noticed picture element spatially and/or in time by primary linearity combination of a value of two or more nearby pixels, and two or more coefficients. A digital image signal processor generating a coefficient which makes the minimum an error of a created value and a true value of the above-mentioned noticed picture element for every above-mentioned class when a value of the above-mentioned noticed picture element is created.

[Claim 5]A digital image signal processor, wherein a means for generating a value for the above-mentioned data prediction generates a central value of the

above-mentioned noticed picture element beforehand gained by study for every above-mentioned class in claim 1 and the digital image signal processor according to claim 2 or 3.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the digital image signal processor which needs to create the value of a noticed picture element using two or more pixels which exist in the neighborhood spatially and/or in time.

[0002]

[Description of the Prior Art] As one of the high efficiency coding of a digital image signal, there are some which decrease transmission data volume by thinning out a pixel by subsampling. The example is a multiplex Sub-Nyquist-sampling encoding method in MUSE. It is thinned out in a receiver and it is necessary to interpolate the pixel of non transmission in this system. The rise conversion which changes the video signal of a standard definition inputted into the video of a high definition is also proposed. In this case, it is necessary to create the pixel which run short from the signal of a standard definition. When expanding a picture electronically, interpolation of the value of the pixel running short is needed. It is necessary to create the point estimate of a noticed picture element from the value of a surrounding pixel not only in these things but in scene change detection and DPCM.

[0003] As mentioned above, when creating the value of a noticed picture element, usually at the former, the interpolation filter of the fixed tap and the fixed factor was used.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] even if the processing which interpolates a non transmission pixel with an interpolation filter is effective to a certain kind of picture, on the whole, interpolation processing is effectively demonstrated about the picture of various kinds, such as a picture with a motion, and a still picture, —
***** . As the result, the problem which the "jerkiness" etc. which is the unnaturalness of "dotage" and a motion generates was in the image restoration which comprises a transmission pixel and an interpolating picture element.

[0005] As one method of solving this problem, the value of a noticed picture element is expressed with primary linearity combination of the pixel of the circumference of it, and a coefficient, and what determines the value of this coefficient with the least square method using the actual value of a noticed picture element is proposed so that

a square with error may serve as the minimum. It cannot be said that it can form the interpolation value which fully reflected the local features of the picture containing a noticed picture element although this method is effective.

[0006] Since the local features of a picture are reflected, performing class sorting based on the surrounding level distribution of a noticed picture element is proposed. As a generation method of this class, what uses the level of picture element data as it is can be considered. By the case where 4 pixels is used for class sorting, the class of $2^8 = 256$ is needed, and this method has a problem to which the capacity of the memory which stores the data for class sorting becomes large too much, when picture element data is expressed by 8 bits.

[0007] To JP,63-48088,A by an applicant's for this patent proposal. When interpolating an infanticide pixel, the average value of a surrounding reference pixel is calculated, each pixel is expressed by 1 bit according to the size relation of average value and the value of each pixel, and performing the class division according to the pattern of (number x of reference pixels 1 bit) is proposed. However, since this method is what binary-izes the value of each pixel, it becomes insufficient [reflecting the local features of a picture correctly]. When the data of a reference pixel is compressed for class sorting and a compression ratio is made high, there is same problem.

[0008] Therefore, when one purpose of this invention performs class sorting, An error with the actual value which a noticed picture element has is able to create few values, Even when there are many reference pixels, the capacity of the memory which memorizes the data for class sorting is comparatively small, and it is in providing further the digital image signal processor which can perform class sorting correctly.

[0009] Other purposes of this invention are to provide the digital image signal processor which can change a picture signal with low resolution into a high-resolution picture signal (rise conversion).

[0010]

[Means for Solving the Problem] In a digital image signal processor which needs for the invention according to claim 1 to create a value of a noticed picture element using two or more pixels of a noticed picture element which exist in the neighborhood spatially and/or in time, Two or more class prediction coefficients are contained a table stored beforehand and in an input digital image signal for every class, To a noticed picture element, spatially and/or in time by primary combination of a class prediction coefficient from two or more nearby reference pixels and tables. By forming a predicted value of predetermined picture element data of an input digital image signal, and identifying a class prediction coefficient which produces a true value of a predetermined pixel, and the nearest predicted value, It is a digital image signal processor which consists of a means for generating a value for data prediction for creating a value of a noticed picture element for every class determined as a class sorting means for determining a class of a noticed picture element.

[0011]In a digital image signal processor which needs for the invention according to claim 2 to create a value of a noticed picture element using two or more pixels of a noticed picture element which exist in the neighborhood spatially and/or in time, Are a learning device for determining two or more class prediction coefficients for every class, and it is contained in an input digital image signal, and spatially and/or in time to a noticed picture element by primary combination of two or more nearby reference pixels and a class prediction coefficient. When a predicted value of predetermined picture element data of an input digital image signal is formed, as an error of a predicted value and a true value of a predetermined pixel is made into the minimum, it is the learning device which determined a class prediction coefficient with the least square method.

[0012]In a digital image signal processor for the invention according to claim 3 to change the 1st picture signal with low resolution into the 2nd higher-resolution picture signal, As opposed to a noticed picture element in a table where two or more class prediction coefficients were beforehand stored for every class, and the 2nd picture signal, Spatially and/or in time by primary combination of a class prediction coefficient from a reference pixel and a table in two or more 1st [of the neighborhood] picture signals. By forming a predicted value of predetermined picture element data of the 1st picture signal, and identifying a class prediction coefficient which produces a true value of a predetermined pixel, and the nearest predicted value, Class determination by a means and a class sorting means for generating a value for data prediction for creating a value of a noticed picture element for every class determined as a class sorting means for determining a class of a noticed picture element is answered, It is a digital image signal processor which consists of a means for creating a value of a noticed picture element using data ** data of a determined class.

[0013]

[Function]A noticed picture element can be spatial and/or a class division can be performed on a time target with reference to two or more nearby pixels according to the feature of a local picture. When a predicted value is formed by primary linearity combination with the input picture signal itself and the prediction coefficient for a class division, a class is determined corresponding to the prediction coefficient which an error with a true value makes produce the minimum predicted value. Even if an exact class division is meant and it increases the number of reference pixels, the capacity of the memory which memorizes the data for class sorting does not become so large.

[0014]

[Example]The example which applied this invention hereafter to the rise conversion which changes the definition of a video signal into a higher thing from a standard thing is explained. Application of the processing for interpolating the pixel thinned out in processing of subsampling etc. besides this application, the processing to which a

picture is expanded electronically, the processing which detects the scene change in a video signal, the processing which forms the predicted value in DPCM, etc. is possible for this invention.

[0015]In drawing 1, 1 is an input terminal of the digital image signal (an SD signal is called) of a standard definition (for example, the present NTSC system). Specifically, the regenerative signal from transmission by broadcast etc., VTR, etc. is supplied to the input terminal 1. 2 is a scanning conversion circuit for changing an input signal into the signal of a block structure.

[0016]The output signal d0 of the scanning conversion circuit 2 is supplied to the class prediction device 3, the class determining circuit 4, and the output prediction device 6. In the class prediction device 3, provisional, or first stage the class prediction coefficient d2 and the signal d0 from the table 5 with which the prediction coefficient is stored are calculated, and the predicted value d1 of an SD signal is generated. This predicted value d1 is supplied to the class determining circuit 4.

[0017]In the class determining circuit 4, a class is determined from comparison with the predicted value d1 and the true value d0 of an SD signal. As an example, the class prediction coefficient which produces the predicted value d1 of the minimum [prediction error] absolutely with the true value d0, and a corresponding thing are determined as a class of the SD signal. The table 5 is referred to in the case of the determination of this class, and the prediction coefficient of the class of plurality (n) is supplied to the class determining circuit 4 from the table 5 one by one. The output prediction device 6 generates an HD signal by the operation of the data prediction coefficient d3 of a class and SD signal d0 which were determined. This HD signal is taken out by the output terminal 7. The class prediction coefficient and data prediction coefficient which were beforehand gained by study are stored in the table 5.

[0018]With reference to drawing 2, an example of class determination and data prediction is explained. In drawing 2, the value of the reference pixel which is 16 pieces other than the pixel (the value is sd_8) of the center which is an object of prediction among 17 SD pixels (each value is expressed as $sd_1 - sd_{17}$) contained to SD prediction tap field is used, and predicted value sd' of SD pixel is formed. That is, if predicted value sd' expresses a class prediction coefficient as $k_1 - k_{17}$ (however, except for k_8), it will be generated by the following operation.

$sd' = k_1 \times sd_1 + \dots + k_7 \times sd_7 + k_9 \times sd_9 + \dots + k_{17} \times sd_{17}$ (1)

[0019]An above-mentioned estimate formula is related with one class, and the class prediction coefficient beforehand determined about n classes of zero to n-1 is stored in the table 5. Although the example of drawing 2 is the arrangement of a one-dimensional pixel, it may predict using two-dimensional pixel arrangement. Although the number of reference pixels of not being restricted to 16 is natural, even if this invention has many reference pixels, it has an advantage which the data volume of a class prediction coefficient does not increase too much.

[0020] Data prediction of the HD picture element made in the output prediction device 6 is made using three SD pixels near the position of the HD picture element to predict. In the example of drawing 2, if a data prediction coefficient is made into w_1 , w_2 , and w_3 , value hd' of an HD picture element will be generated by the following operation.

$hd' = w_1 \times sd_7 + w_2 \times sd_8 + w_3 \times sd_9$ (2) [0021] An above-mentioned estimate formula is related with one class, and the data prediction coefficient beforehand determined about n classes of zero to $n-1$ is stored in the table 5. That is, as the table 5 is shown in drawing 3, the class prediction coefficient and data prediction coefficient of each class of zero to $n-1$ are stored. In the class determining circuit 4, first, using the class prediction coefficient of the class 0, predicted value sd' is formed and the absolute value of the error of this and a true value is calculated by a formula (1). Hereafter, also about the other class, the absolute value of the error of a predicted value is calculated similarly, and this determines the minimum thing as a class of the SD pixel.

[0022] The class prediction coefficient in the above-mentioned table 5 is beforehand determined by study. Drawing 4 is a flow chart which shows the processing at the time of study. The picture of a standard pattern is used as an example. Control of learning processing is started from Step 11, and the learned data corresponding to a known picture is formed in learned data formation of Step 12. As mentioned above, specifically, let arrangement of 17 pixels arranged as shown in drawing 2 be learned data of a lot.

[0023] In the end of data of Step 13, if processing of all the inputted data, for example, data of one frame, is completed and it will not have ended to the prediction coefficient determination of Step 15, control shifts to normal equation generation of Step 14. In normal equation generation of Step 14, the normal equation of the equation (8) mentioned later, an equation (9), and an equation (10) is created.

[0024] Control moves from the end of data of Step 13 to Step 15 after completing processing of all the data, in the prediction coefficient determination of Step 15, the formula (10) mentioned later is solved using a procession solution, and the prediction coefficients k_1 - k_{16} are determined. In the following step 16, by primary linearity combination (above-mentioned formula (1)) with coefficient $k_1 - k_{17}$, and value sd_1 of SD pixel - sd_{17} that were determined. Predicted value sd' is calculated and the absolute value of the error between this prediction sd' and true-value sd_8 is calculated. An operation with error is performed about SD pixel used for determining a coefficient, and all the other SD pixels. There are very few errors about SD pixel used for determining a coefficient.

[0025] The absolute value with error and threshold Th which were calculated are compared by the following step 17. If an absolute value with error is less than threshold Th , a class prediction coefficient is stored in a memory as a coefficient of the class i (Step 18). And it is determined at Step 19 whether to be $i=n$ or not, and if that is right, learning processing is completed, and when that is not right, it will

***** i (Step 20). And it returns to Step 12 and above-mentioned processing is repeated.

[0026]However, in Step 17, the data of SD pixel in which an error becomes more than threshold Th is distinguished, and what is used as learned data is limited to what produced the error more than threshold Th in Step 21 of data selection. Thus, each class prediction coefficient of n-1 is determined from the class 0.

[0027]Processing of Step 14 (normal equation generation) in drawing 4 and Step 15 (prediction coefficient determination) is explained more to details. True-value sd8 of an attention SD pixel is expressed as y, the point estimate sd' is expressed as y', and it is n (in drawing 3.) of the circumference. Primary linearity joint $y' = k_1 x_1 + k_2 x_2 + \dots + k_n x_n$ of n tap according to coefficient $k_1 - k_n$ the whole class when the value of n= 16 pixel is made into $x_1 - x_n \dots + k_n x_n$ (3)

It sets up. k_i is an undetermined coefficient before study.

[0028]As mentioned above, it is made for every class, when a data number is m, a formula (3) is followed, and study is $y_j' = k_1 x_{j1} + k_2 x_{j2} + \dots + k_n x_{jn}$ (4)

(However, $j = 1, 2, \dots, m$)

[0029]Since it is not decided in $m > n$ that $k_1 - k_n$ will be meaning, it is an element of the error vector E $e_j = y_j - (k_1 x_{j1} + k_2 x_{j2} + \dots + k_n x_{jn})$ (5)

It is defined as (however, $j = 1, 2, \dots, m$), and the coefficient which makes the following formula (6) the minimum is calculated.

[0030]

[Equation 1]

$$E^2 = \sum_{j=0}^m \{e_j\}^2 \quad (6)$$

[0031]It is a solution what is called by a least square method. The partial differential coefficient by k_i of the formula 4 is calculated here.

[0032]

[Equation 2]

$$\frac{\partial E^2}{\partial k_i} = \sum_{j=0}^m 2 \left(\frac{\partial e_j}{\partial k_i} \right) e_j = \sum_{j=0}^m 2 x_{ji} \cdot e_j \quad (7)$$

[0033]Because what is necessary is just to decide k_i each to set a formula (11) to 0,

[0034]

[Equation 3]

$$X_{j \ i} = \sum_{p=0}^m X_{p \ i} \cdot X_{p \ j} \quad (8)$$

$$Y_i = \sum_{j=0}^m X_{j \ i} \cdot y_j \quad (9)$$

[0035]It is if it carries out and a procession is used. [0036]

[Equation 4]

$$\begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} k_1 \\ k_2 \\ \dots \\ k_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_n \end{pmatrix} \quad (10)$$

[0037]It becomes. Generally this equation is called the normal equation. If this equation is swept out and it solves about k_i using general procession solutions, such as law, prediction coefficient k_i can be found.

[0038]The method for determining an above-mentioned prediction class is an example, and various modification is possible for it.

[0039]The data prediction coefficient w_i is beforehand determined by study using the HD signal and the SD signal acquired from this. Drawing 5 is a flow chart for data prediction. Control of learning processing is started from Step 31, and the learned data corresponding to a known picture is formed in learned data formation of Step 32. As mentioned above, specifically, three SD pixels and one HD picture element are learned data of a lot like the arrangement of drawing 2. In the end of data of Step 33, if processing of all the inputted data, for example, data of one frame, is completed and it will not have ended to the prediction coefficient determination of Step 36, control shifts to the class determination of Step 34.

[0040]The class determination of Step 34 is the same processing as the above-mentioned class determining circuit 4. That is, a predicted value is formed by primary linearity combination with the class prediction coefficient determined as mentioned above by study, and the picture element data of an SD signal, and the error of this and a true value discriminates from the class to which the class prediction coefficient which produces the minimum predicted value belongs. A normal equation is created in normal equation generation of the following step 35.

[0041]Control moves from the end of data of Step 33 to Step 36 after completing

processing of all the data, in the prediction coefficient determination of Step 36, it solves using a procession solution and the data prediction coefficient w is decided. A data prediction coefficient is stored in a memory at the prediction coefficient store of Step 37, and control of learning processing is completed at Step 38. Normal equation generation of Step 35 and the prediction coefficient determination of Step 36 are based on the least square method like an above-mentioned class prediction coefficient.

[0042]The central value beforehand formed by study can be used without using a data prediction coefficient, in order to generate an HD picture element. Drawing 6 shows an example of the hardware at the time of study. The digital HD signal for study is supplied from the input terminal shown by 41. The still picture signal of a different pattern can be used as this input signal. An SD signal is formed when an HD signal passes the level infanticide circuit 42 and the vertical infanticide circuit 43.

[0043]The generated SD signal is supplied to the class sorting circuit 44. The class sorting circuit 44 consists of a scanning conversion circuit, a class prediction device, a table where the class prediction coefficient was stored, and a class determining circuit like the composition of drawing 1. The class code generated in the output of the class sorting circuit 44 is supplied as an address to the frequency memory 45 and the data memory 46. These memories 45 and 46 are cleared before the study start.

[0044]An input HD signal is supplied to the divider 49 as a dividend via the delay circuit 47 and the adder circuit 48, and let the output signal (quotient of division) of the divider 49 be input data of the data memory 46. The delay circuit 47 is for delaying time required for class sorting, and data.

[0045]The read-out output of the frequency memory 45 is supplied to the multiplier 50 and the +1 circuit 51. +The output of the one circuit 51 is made into the data input of the frequency memory 45, and the divider 49 is supplied as a divisor. If an address is specified by a class code, the contents of the address will be read and, as for the frequency memory 45 and the data memory 46, frequency and data will be written in to the address, respectively. +Cumulative frequency is memorized in each address of the frequency memory 45 by the one circuit 51.

[0046]In the composition of drawing 6, if a certain class code occurs, the cumulative frequency and the central value of the class will be read from the frequency memory 45 and the data memory 46, respectively, and multiplication will be carried out with the multiplier 50. Therefore, an accumulation central value occurs from the multiplier 50. This accumulation central value and the present central value from the delay circuit 47 are added in the adder circuit 48. An added result is supplied to the divider 49, the central value in consideration of the present central value is formed, and this is written in the data memory 46.

[0047]The accuracy of a central value can be raised by repeating about the learned data into which this processing is inputted. The central value of each class stored in

the data memory 46 is used for rise conversion. Drawing 7 shows the contents of the table when using a central value. The central value L_0 determined with the composition of the class coefficient and drawing 6 which were mentioned above - L_{n-1} are stored in each of the class zero to $n-1$.

[0048]The processing which determines a central value is realizable not only by the hardware constitutions which show the example of drawing 6 but software processing.

[0049]

[Effect of the Invention]In this invention, according to class sorting, the local features of an SD signal are extracted and the HD signal specified according to it is outputted. Therefore, rise conversion which increases resolution can be performed good.

In this invention, when a predicted value is generated and the error of this predicted value and true value detects the minimum thing by two or more reference pixels and primary linearity combination of a prediction coefficient, class sorting is performed. Therefore, since a prediction coefficient equal to the number of reference pixels is memorized, even if it increases the number of reference pixels, there is an advantage to which the capacity of the memory which stores the table for class sorting does not increase so much.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a block diagram of one example which applied this invention to the device for performing rise conversion.

[Drawing 2]It is an approximate line figure showing the class sorting in this invention, and the arrangement of the pixel for data prediction.

[Drawing 3]It is an approximate line figure showing the composition of the table where a class prediction coefficient and a data prediction coefficient are stored.

[Drawing 4]It is a flow chart when performing study for determining a class prediction coefficient by software processing.

[Drawing 5]It is a flow chart when performing study for determining a data prediction coefficient by software processing.

[Drawing 6]It is a block diagram of an example of the composition at the time of the study for [which determines the central value for data prediction] carrying out.

[Drawing 7]It is an approximate line figure showing the composition of the table where a class prediction coefficient and a central value are stored.

[Description of Notations]

3 Class prediction device

4 Class determining circuit

5 The table where the class prediction coefficient and the data prediction coefficient were stored